

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-230782

(43)Date of publication of application : 27.08.1999

(51)Int.Cl.

G01D 5/245  
G01P 3/488

(21)Application number : 10-031251

(71)Applicant : TOYOTA MOTOR CORP

(22)Date of filing : 13.02.1998

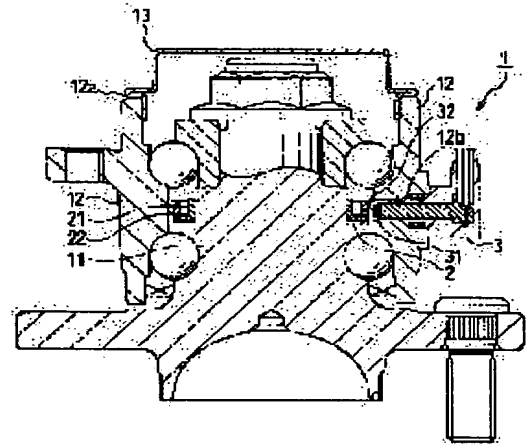
(72)Inventor : TERADA YASU HARU  
MORI KENJI

## (54) ROTATION DETECTING EQUIPMENT

### (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To increase detection output by forming a magnetic field periodically changing in accordance with rotation of a rotor, arranging a plurality of magnetism detecting parts in the magnetic field, and installing a magnetism detecting means in which two of the detecting parts simultaneously become maximum in the case of periodic change of the magnetic field.

**SOLUTION:** This equipment 1 detects the rotating state such as the rotating speed of a hub shaft 11 as a rotor. The hub shaft 11 is axially borne by a cylindrical bearing 12, and made rotatable to the bearing 12. A through hole 12b penetrating the inside and the outside is formed in the bearing 12, and a sensor 3 is attached to the part of the through hole 12b. The sensor 3 is a magnetic sensor, and its tip part 31 including a magnetism detecting element 32 is inserted in the through hole 12b and arranged in the vicinity of the outer periphery of the rotor 2. The rotor 2 consists of a metal ring 21 and a magnet ring 22. For example, a magnetoresistance element provided with an artificial grating film (GMR element, e.g. NiCo alloy) is used as the magnetism detecting element 32.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 11.09.2000

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 3367094

[Date of registration] 08.11.2002

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-230782

(43) 公開日 平成11年(1999) 8月27日

(51) Int.Cl.<sup>6</sup>

識別記号

FI

G 0 1 D 5/245

G 0 1 D 5/245

G

G 0 1 P 3/488

G 0 1 P 3/488

Y

D

審査請求 未請求 請求項の数 6 OL (全 17 頁)

(21) 出願番号

特願平10-31251

(22) 出願日

平成10年(1998) 2月13日

(71) 出願人 000003207

トヨタ自動車株式会社

愛知県豊田市トヨタ町 1 番地

(72) 発明者 寺田 康晴

愛知県豊田市トヨタ町 1 番地 トヨタ自動車株式会社内

(72) 発明者 森 賢二

愛知県豊田市トヨタ町 1 番地 トヨタ自動車株式会社内

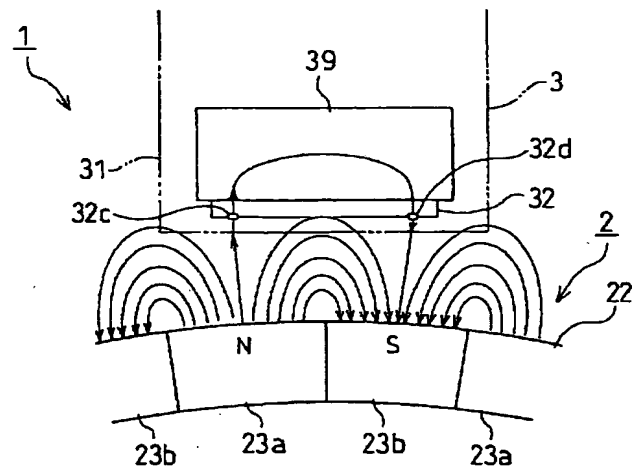
(74) 代理人 弁理士 長谷川 芳樹 (外 1 名)

(54) 【発明の名称】 回転検出装置

(57) 【要約】

【課題】 検出出力の増大化が図れる回転検出装置を提供すること。

【解決手段】 ハブシャフト 11 と共に回転しハブシャフト 11 の回転に伴って周期的に変化する磁界を形成するロータ 2 と、磁界内に配置される検知領域 32c、32d を備え、それらの検知領域 32c、32d が磁界の周期的変化の際に同時に最大出力となるように設けられている。



特 許 出 願

(2)

1

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 回転体と共に回転し、前記回転体の回転に伴って周期的に変化する磁界を形成する磁界形成手段と、

前記磁界内に配置される複数の磁気検知部を備え、前記磁気検知部のうち少なくとも二つが前記磁界の周期的変化の際に同時に最大出力となるように設けられる磁気検出手段と、を備えて構成される回転検出装置。

【請求項2】 前記磁気検出手段の前記磁気検知部は磁気抵抗素子よりなり、前記磁気検知部のうち少なくとも二つが前記磁界の周期的変化の際に同時に垂直な磁界を受けるように設けられていること、を特徴とする請求項1に記載の回転検出装置。

【請求項3】 前記磁界形成手段は、前記回転体の外周に圧入されて取り付けられる金属部と、前記金属部に取り付けられ前記磁界を発生させる磁界発生部とを備えて構成されていることを特徴とする請求項1又は2に記載の回転検出装置。

【請求項4】 前記磁界発生部は、前記回転体の周方向に沿って配設される複数の磁極を有していることを特徴とする請求項3に記載の回転検出装置。

【請求項5】 前記磁界発生部は、磁性を有する樹脂により形成されていることを特徴とする請求項4に記載の回転検出装置。

【請求項6】 回転体と共に回転し、前記回転体の回転に伴って周期的に変化する磁界を形成する磁界形成手段と、

前記磁界内に設置される磁気検知部を備え、前記磁気検知部が予め飽和磁界を与えられたものであって前記飽和磁界の方向に前記磁界が作用するように配置されてなる磁気検出手段と、を備えて構成される回転検出装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、車軸などの回転体の回転状態を検出する回転検出装置に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】従来の回転検出装置として、特開平4-240519号公報に記載されるように、外周に凹凸状の歯形を形成した回転円板を備え、その回転円板の外周付近に磁石が配置され、その磁石と回転円板との間に二つの磁気センサが並設され、各磁気センサの出力信号を入力してその差分からなる差信号を出力する信号処理回路が設けられたものが知られている。この回転検出装置は、上述の公報の図1に示されるように、回転円板の回転に伴い各磁気センサから位相の異なる信号が出力されるように各磁気センサが配置されており、この状態にて各磁気センサの出力の差をとることにより、検出信号における回転円板の偏心による影響を低減しようとするものである。

2

## 【0003】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、従来の回転検出装置にあつては、十分な検出出力が得られないという問題点がある。すなわち、従来の回転検出装置によれば、回転円板の偏心による影響が低減され適正な検出出力が得られるが、回転円板の歯車の通過に基づく信号成分自体の増大化は図れていない。この種の回転検出装置では、装置の設置環境によってはノイズの影響を受けやすいため、できるだけ装置の出力を増大させることが望ましい。

【0004】そこで本発明は、以上のような問題点を解決するためになされたものであって、検出出力の増大化が図れる回転検出装置を提供することを目的とする。

## 【0005】

【課題を解決するための手段】このような目的を達成するために、本発明に係る回転検出装置は、回転体と共に回転し回転体の回転に伴って周期的に変化する磁界を形成する磁界形成手段と、磁界内に配置される複数の磁気検知部を備えその磁気検知部のうち少なくとも二つが磁界の周期的変化の際に同時に最大出力となるように設けられる磁気検出手段とを備えて構成されている。

【0006】また本発明に係る回転検出装置は、前述の磁気検出手段の磁気検知部が、磁気抵抗素子よりなり、磁気検知部のうち少なくとも二つが磁界の周期的変化の際に同時に垂直な磁界を受けるように設けられていることを特徴とする。

【0007】これらの発明によれば、回転体の回転に伴って複数の磁気検知部の出力が同位相で変化する。このため、このような磁気検知部の出力を組み合わせて利用することにより、出力の向上を図ることができる。

【0008】また本発明に係る回転検出装置は、前述の磁界形成手段が、回転体の外周に圧入されて取り付けられる金属部と、金属部に取り付けられ磁界を発生させる磁界発生部とを備えて構成されていることを特徴とする。また本発明に係る回転検出装置は、前述の磁界発生部が回転体の周方向に沿って配設される複数の磁極を有していることを特徴とする。また本発明に係る回転検出装置は、前述の磁界発生部が、磁性を有する樹脂により形成されていることを特徴とする。

【0009】これらの発明によれば、回転体に磁界形成手段を取り付ける際に、磁界発生部に加わる応力の低減が図れる。このため、取付時における磁界発生部の破損などを防止できる。

【0010】更に本発明に係る回転検出装置は、回転体と共に回転し回転体の回転に伴って周期的に変化する磁界を形成する磁界形成手段と、磁界内に設置される磁気検知部を備えその磁気検知部が予め飽和磁界を与えられたものであって飽和磁界の方向に磁界が作用するように配置されてなる磁気検出手段とを備えて構成されている。

50

(3)

3

【0011】この発明によれば、磁気検知部に飽和磁界を与えておくことにより、磁気検知部における出力特性を変化させ磁界変化に対して抵抗変化の大きい領域を用いることが可能となる。従って、出力の増大化が図れる。

【0012】

【発明の実施の形態】以下、添付図面に基づき、本発明に係る種々の実施形態について説明する。尚、各図において同一要素には同一符号を付して説明を省略する。また、図面の寸法比率は説明のものと必ずしも一致していない。

【0013】（第一実施形態）図1は、本実施形態に係る回転検出装置の説明図である。回転検出装置1は、自動車の車輪の回転検出に適用したものであり、回転体であるハブシャフト11の回転速度、回転位置又は回転方向などの回転状態を検出する装置である。

【0014】図1に示すように、ハブシャフト11は、筒状のベアリング12に軸受けされており、ベアリング12に対し回転自在となっている。ベアリング12は、車体に固定され、その開放端12aにキャップ13がはめ込まれハブシャフト11の軸受部分を覆っている。ハブシャフト11の外周部分には、ロータ2が取り付けられている。ロータ2は、ハブシャフト11と同心状に取り付けられ、ハブシャフト11の回転に伴って回転する。また、ロータ2には周方向に沿って異なる磁性の磁極23（図2参照）が多数配設されている。このため、ハブシャフト11の回転によりロータ2が回転すると、ロータ2の外周付近の磁界がハブシャフト11の回転速度に応じて変化する。

【0015】ベアリング12にはその内外を貫通する貫通孔12bが形成されており、この貫通孔12bの部分にセンサ3が取り付けられている。センサ3は、磁界の変化を検知する磁気センサであり、磁気検出素子32を内蔵した先端部31が貫通孔12bに挿入され、ロータ2の外周付近に配置されている。

【0016】次に、ロータ2について詳述する。

【0017】図2にロータ2の斜視図を示し、図3にロータ2の部分拡大図を示す。図2に示すように、ロータ2は、金属リング21とマグネットリング22により構成されている。金属リング21は、図3に示すように、ハブシャフト11に嵌め付けられる筒状部21aとこの筒状部21aの端部を外側へ折り曲げてなる鏝部21bとを有している。鏝部21bは筒状部21aに対してほぼ直角に折り曲げられており、金属リング21の断面形状が略L字形となっている。

【0018】図2に示すように、金属リング21の鏝部21bにはマグネットリング22が固着されている。マグネットリング22は、粉状又は粒状の磁性材を樹脂に混在させて環状にしたものであり、多数の磁極23a、23bが設けられている。磁極23aはN極の磁性を有

4

するものであり、磁極23bはS極の磁性を有するものである。これらの磁極23aと磁極23bは、周方向へ向けて交互に配設されている。

【0019】また、図3に示すように、マグネットリング22は、帯体を環状としたものであり、金属リング21の筒状部21aとほぼ平行するように環状とされ、金属リング21の鏝部21bの先端から筒状部21aの延びる方向へ向けて取り付けられている。このため、ロータ2の回転の軸方向に対する寸法Wを小さくすることができ、ロータ2の小型化が図られる。また、このロータ2の小型化により、ベアリング12の小型化も可能となる。

【0020】このロータ2は、例えば、インサート成形により製造される。まず、金属リング21をプレス加工などにより作製し、その後、金属リング21をインサートとしてマグネットリング22をインサート成形する。このインサート成形により、金属リング21の鏝部21bにマグネットリング22が固着される。そして、マグネットリング22に強い磁界を加えて着磁し、磁極23a、23bを形成して、ロータ2の製造が完了する。

【0021】このように製造されたロータ2は、図1に示すように、回転体であるハブシャフト11の外周に圧入され嵌め付けられる。このとき、圧入されるのは金属リング21であり、樹脂製のマグネットリング22には圧入の際に強い応力が加わらない。このため、圧入時にマグネットリング22が破損するなどの不具合を防止することができる。また、ロータ2をハブシャフト11に強い圧入力で嵌め付けて確実に固定することが可能となる。

【0022】図4に金属リング21の斜視図を示す。図4に示すように、金属リング21の鏝部21bには、切欠部21cが形成されている。切欠部21cは、鏝部21bの外縁部の一部を削除することにより形成され、鏝部21bに固着されるマグネットリング22の空回りを防止するためのものである。すなわち、切欠部21cが形成されることにより、マグネットリング22の成形の際に切欠部21cの内部にマグネットリング22の一部が流れ込み固化される。このため、マグネットリング22が切欠部21cの部分で掛止される。従って、金属リング21に対しマグネットリング22が回転してしまうことが確実に防止される。

【0023】なお、図4に示す金属リング21にあっては、鏝部21bに切欠部21cが一つ形成されているが、切欠部21cが二以上形成されるものであってもよい。

【0024】また、図5に示すように、金属リング21は、マグネットリング22の空回り防止手段として切欠部21cに代えて、鏝部21bを貫通する孔21dであってもよい。この孔21dの形成により、前述と同様に金属リング21に対するマグネットリング22の回転を

(4)

5

確実に防止することができる。また、孔21dを形成する場合には、窪部21bの外周端面が連続となるため、切欠部21dを形成する場合に比べて磁束の乱れの低減が図れる。

【0025】次に、センサ3について詳述する。

【0026】図6にセンサ3の説明図を示す。図6に示すように、センサ3は、先端部31を細径としたステイ33を備えている。ステイ33は、ベアリング12（図1参照）を貫通シロタ2に向けて配置されるものであり、磁性体でない材料、例えば樹脂などにより形成されている。ステイ33の外周面には、周方向に沿って溝33aが設けられている。その溝33a内には圧入リング37が配設され、その圧入リング37の外周面を覆うようにしてシール材38が装着されている。シール材38は、ステイ33がベアリング12の貫通孔12bに挿入されたときにベアリング12内外の止水性を確保するためのものである。また、圧入リング37は、貫通孔bに嵌め付けられたセンサ3が容易に抜け出さないようにするためのものである。圧入リング37をステイ33に装着する構造を採ることにより、ステイ33の外形において精密な寸法が要求されず、センサ3の製造が容易なものとなる。

【0027】ステイ33の後方には基端部34が連結されている。ステイ33、基端部34の内部には、ホルダ35が配設されている。ホルダ35は、磁気検出素子32を実装し、その磁気検出素子32とワイヤーハーネス36を電氣的に接続するためのものである。磁気検出素子32とワイヤーハーネス36との接続は、ホルダ35の表面上に形成される三次元成形回路を用いて行われる。

【0028】例えば、ホルダ35を樹脂成形によりなる一次成形部及び二次成形部により構成し、一次成形部を成形後にこの一次成形部をインサートとしてインサート成形により二次成形部を形成する。その際に、一部成形部の一部を表面に露出させておき、この露出部分に金属めっきを施すことにより三次元的な回路を形成する。一次成形部としては、表面への無電解めっきが施せる触媒入り樹脂が用いられ、例えば、主材であるLCP（液晶ポリマ）やPES（ポリエーテルスルフォン）に触媒を混在させたものが用いられる。二次成形部としては、一次成形部より融点の高い樹脂が用いられ、例えば、PPS（ポリフェニレンサルファイド）やLCPが用いられる。

【0029】そして、このようにして形成された三次元成形回路上に磁気検出素子32を実装し、ワイヤーハーネス36の先端を直接又はターミナルなどを介して間接的に三次元成形回路と接続すればよい。なお、磁気検出素子32とワイヤーハーネス36との接続は、上述した三次元成形回路を用いずに、ホルダ35にフレキシブル配線基板などを設置して行ってもよい。

6

【0030】ステイ33の先端側におけるホルダ35の端部には、ヨーク39及び磁気検出素子32が配設されている。ヨーク39は、磁性体により構成され、嵌め込みなどによりホルダ35に取り付けられている。ヨーク39を配設することにより、磁気検出素子32に対して磁界が垂直方向に向くようにできるため、磁気検出素子32の出力向上が図れる。

【0031】図7に磁気検出素子32の概略図を示す。磁気検出素子32は、その磁界の変化に対応して検出信号を出力する磁気検出手段であり、例えば、人工格子膜を備えた磁気抵抗素子（GMR素子）が用いられる。図7に示すように、磁気検出素子32は、矩形の平板状を呈し、その表面側に電極32a、32a及び電極32b、32bを有している。電極32a、32a間には検知領域32cが形成され、電極32b、32b間には検知領域32dが形成されている。検知領域32c、32dは、一定距離隔ててほぼ平行に形成されている。これらの検知領域32c、32dは、磁界の変化を検知する領域であり、シリコン基板上に絶縁層となる酸化膜（SiO<sub>2</sub>膜）が形成されこの酸化膜上に磁性体からなるバッファ層が形成され更にバッファ層上に人工格子膜が形成された構造となっている。また、人工格子膜は、強磁性体と非磁性体を交互に積層してなる多層構造体により構成されている。

【0032】このような磁気検出素子の具体的な製造方法の一例を挙げると、まず、シリコン基板上に鉄ニッケル（NiFe）からなる数nm（例えば、5nm）の厚さのバッファ層を蒸着させた後、そのバッファ層上に強磁性体としてコバルト（Co）、非磁性体として銅（Cu）を各1～2nmの厚さで交互に各16層蒸着して人工格子膜を形成する。そして、所望の線状パターンのレジストパターン層を用い、このレジストパターン層部分以外のバッファ層、人工格子膜（強磁性体、非磁性体）の各層を除去して、所望の形状に人工格子膜を線状パターン化し検知領域32c、32dを形成する。その後、バッファ層及び人工格子膜をシリコン酸化膜（SiO<sub>2</sub>膜）などからなる保護膜により覆い、人工格子膜の両端に電極32a、32bを形成して、磁気検出素子32の製造が完了する。

【0033】ここで、図7において、人工格子膜の積層方向に対し垂直な方向（図7を図示した紙面を貫通する方向）を磁気検出素子32及び検知領域32c、32dの「垂直方向」とし、人工格子膜の積層方向に対して平行な方向（図7を図示した紙面と平行する方向）を磁気検出素子32及び検知領域32c、32dの「水平方向」とすると、磁気検出素子32は、その垂直方向及び水平方向の両方向における磁界の強さの変化に対応し抵抗値（電気抵抗値：R）が変化する素子である。特に、水平方向の磁界変化に対して、大きく抵抗値が変化することが知られている。

(5)

7

【0034】図8に磁気検出素子32における磁気検出特性を示す。図8の縦軸は抵抗値であり、横軸は水平成分の磁束密度である。図8に示すように、磁気検出素子32の水平方向に加わる磁束密度が0ガウスのとき、人工格子膜の抵抗値が最大となる。そして、水平方向の磁束密度が大きくなるに連れて抵抗値が減少し、その密度が±300ガウス程度となると人工格子膜の抵抗値が最小となって飽和し、それ以上に磁束密度が変化しても抵抗値は変わらない。ここで、抵抗変化率を(最大抵抗値－最小抵抗値)／(最大抵抗値)とすると、前述のように磁束密度が変化したときの磁気検出素子32の抵抗変化率は、約20%である。

【0035】また、図8において、GMR素子(人工格子膜を用いた磁気抵抗素子)の特性と比較するために、MR素子(例えば、NiCo合金を用いた磁気抵抗素子)の特性も示してあるが、MR素子の抵抗変化率は約6%程度である。このように、磁気検出素子32として、GMR素子を用いることにより、磁界変化に対し大きな出力を得ることができる。

【0036】なお、磁気検出素子32としては、前述したように検出感度の高い人工格子膜を有する磁気抵抗素子を用いるのが望ましいが、強磁性体を用いたMR素子、半導体を用いたMR素子、スピントルクを用いたGMR素子などを用いる場合もある。

【0037】図9、図10にセンサ3における検知領域32c、32dの説明図を示す。

【0038】図9に示すように、ロータ2のマグネットリング22には、N極である磁極23aとS極である磁極23bが周方向に向けて交互に配設されている。このため、各磁極23aから隣り合う磁極23bへ向かう磁界が生じており、磁極23aと磁極23bの表面近傍では異なる方向の磁界が形成されると共に、各磁極23a、23bの表面中央部分では強い磁界が形成され、各磁極23a、23bの表面の端部分(隣接する磁極23a、23bとの境界部分)では弱い磁界が形成されている。このロータ2が回転して磁気検出素子32の近傍を磁極23a、23bが交互に通過すると、その通過により磁気検出素子32に加わる磁界の強さ及びその方向が周期的に変化することになる。

【0039】図9に示すように、磁気検出素子32は、検知領域32c、32dが形成される面をロータ2に向けて設置されている。また、磁気検出素子32は、ロータ2の最短外周位置における接線方向と検知領域32c、32dが形成される面とがほぼ平行となるように配設されている。更に、検知領域32c、32dは、それらの延びる方向(図9では紙面を貫通する方向)がロータ2の回転により磁極23a、23bが通過する方向と交差する方向に向けられている。このため、ロータ2の回転に伴う磁極23a、23bの通過により、検知領域32c、32dに加わる磁界の向きが周期的に変化し、

8

検知領域32c、32dの水平方向(人工格子膜の積層方向と平行な方向)における磁界成分の強さが周期的に変化する。

【0040】図10に示すように、磁気検出素子32における検知領域32c及び検知領域32dは、ロータ2による磁界の周期的変化の際に同時に最大出力となるように配設されている。例えば、ロータ2の磁極23a、23bにより生ずる磁界が同時にその垂直方向に加わるように配設されている。

【0041】具体的には、検知領域32cと検知領域32dとの離間距離Dは、ロータ2の外周における磁極23aの中央位置からその磁極23aと隣り合う磁極23bの中央位置までの直線距離D1よりも長く設定されている。そして、離間距離Dは、ロータ2の回転中心と磁極23aの中央位置を通る直線L1が磁気検出素子32の表面と交差する位置から、ロータ2の回転中心と磁極23bの中央位置を通る直線L2が磁気検出素子32の表面と交差する位置までの距離D2より、短く設定されている。

【0042】検知領域32cと検知領域32dとの離間距離Dをこのように設定することにより、曲面である磁極23a、23bの表面から発せられる磁束を平板状の磁気検出素子32の表面に設けられる各検知領域32c、32dにて同時に垂直に受けることが可能となる。

【0043】このように、各検知領域32c、32dは同時に垂直な磁界のみが加わるように設けられるのが望ましいが、ここで言う「垂直な磁界のみ」とは実質的に検知領域32c、32dに磁界がほぼ垂直に印加されている状態を表すものとする。

【0044】次に、回転検出装置1の使用方法及び動作について説明する。

【0045】図11に回転検出装置1の電気的接続についての説明図を示す。図11に示すように、回転検出装置1の磁気検出素子32の検知領域32c、32dは直列に接続され、その一端はIC41に直接接続されその他端はコンデンサCを介してIC41に接続されている。IC41は、検知領域32c、32dの出力を増幅し信号処理するものである。このIC41には、ワイヤハーネス42、43のそれぞれ一端が接続されている。ワイヤハーネス42は、他端がECU5に接続されており、ECU5からIC41へ電源電圧を供給している。ワイヤハーネス43は、他端がECU5に接続され、IC41の出力信号をECU5へ伝送している。

【0046】なお、検知領域32c、32dを有する磁気検出素子32として、人工格子膜を備えた磁気抵抗素子(GMR素子)を用いる場合には、IC41を設けずに検知領域32c、32dの出力を直接ECU5へ伝送してもよい。この場合、センサ3の小型化、軽量化が図れる。

【0047】ECU5には、コンパレータ51、CPU

(6)

9

52が設けられている。コンパレータ51は、ワイヤハーネス43を通じて伝送されるIC41の出力信号を矩形状に波形成形するものである。CPU52は、コンパレータ51の出力を受けてハブシャフト11の回転速度、回転方向又は回転角度などの回転状態を演算するものである。

【0048】図11に示すようにセンサ3を配線する共に、図1に示すようにそのセンサ3をロータ2の外周近傍に設置した状態において、回転体であるハブシャフト11が回転すると、それに伴いロータ2も回転する。このとき、ロータ2の金属リング21はハブシャフト11に強く圧入されており、マグネットリング22は金属リング21の切欠部21c（図4参照）の形成により金属リング21と一体化している。このため、ハブシャフト11の回転によりロータ2のマグネットリング22が確実に回転する。

【0049】このマグネットリング22の回転により、センサ3の先端部31の前をロータ2の磁極23a、23bが交互に通過する。その際、図9に示すように、センサ3に設置される磁気検出素子32の検知領域32c、32dの前にマグネットリング22の磁極23a、23bの中央付近が位置しているときには、検知領域32c、32dの双方に対し水平成分のごく少ない磁界が加わるため、検知領域32c、32dの抵抗値はそれぞれ高いものとなる（図8参照）。一方、マグネットリング22の回転により磁極23a、23bが移動して、検知領域32c、32dの前にマグネットリング22の磁極23a、23bの境目付近が位置しているときには、検知領域32c、32dに対し水平成分の大きい磁界が加わるため、検知領域32c、32dの抵抗値は小さいものとなる（図8参照）。

【0050】このようにして、ハブシャフト11の回転の際、検知領域32c、32dの双方が同時に抵抗値最大となるため、検知領域32c、32dが直列に接続された両端の抵抗値は大きく変化することになる。従って、ハブシャフト11の回転に伴いセンサ3から電圧振幅の大きい信号が周期的に出力される。

【0051】そして、図11に示すように、センサ3の出力信号は、ワイヤハーネス43、コンパレータ51を介してCPU52に入力される。そして、CPU52により、回転体であるハブシャフト11の回転速度などの回転状態が演算され検出される。

【0052】以上のように、本実施形態に係る回転検出装置1によれば、磁気検出素子32における検知領域32c、32dがロータ2による磁界の周期的変化の際に同時に最大出力となるように配置され、例えば、ロータ2の磁極23a、23bにより生ずる磁界が同時にその垂直方向に加わるように配置されている。このため、回転体であるハブシャフト11の回転に伴って検知領域32c、32dの出力が同位相で変化することになる。従

10

って、このような検知領域32c、32dの出力を組み合わせて利用することにより振幅の大きい出力信号が得られ、出力の向上を図ることができる。

【0053】また、ロータ2を金属リング22とマグネットリング21により構成することにより、ハブシャフト11にロータ2を取り付ける際に、マグネットリング21に加わる応力の低減が図れる。このため、取付時のマグネットリング21の破損などを防止することができる。

10 【0054】（第二実施形態）次に、第二実施形態に係る回転検出装置について説明する。

【0055】図12に本実施形態に係る回転検出装置1aを示す。図12に示すように、本実施形態に係る回転検出装置1aは、磁気検出素子32の水平方向（図12では左右の方向）に対し平行でない傾斜面62、62を有するヨーク61を備えたものである。回転検出装置1aにおいて、ロータ2などその他の構成部品については、第一実施形態に係る回転検出装置1と同様なものが用いられる。

20 【0056】回転検出装置1aのヨーク61は、例えば、三角柱状の磁性体により構成され、磁気検出素子32の検知領域32c、32dに傾斜面62、62が向くように配置されている。なお、ヨーク61は、三角柱状のものに限られるのではなく、傾斜面62、62を有するものであれば円柱状、楕円柱状などのものであってもよい。

【0057】このような回転検出装置1aによれば、第一実施形態に係る回転検出装置1と同様な作用効果に加え、磁気検出素子32における検知領域32cと検知領域32dとの離間距離Dを小さくすることが可能となる。すなわち、ロータ2の磁界の周期的変化の際に同時に検知領域32c、32dの出力を最大とさせる離間距離Dを短いものにすることができる。従って、センサ3の小型化が図れる。

【0058】（第三実施形態）次に、第三実施形態に係る回転検出装置について説明する。

【0059】図13に本実施形態に係る回転検出装置1bを示す。図13に示すように、回転検出装置1bは、表面に傾斜方向の異なる傾斜面63、63を形成した磁気検出素子32を備えたものである。傾斜面63、63は、例えば、磁気検出素子32の表面を断面V字状に窪ませて形成される。磁気検出素子32の傾斜面63、63にはそれぞれ検知領域32c、32dが設けられている。検知領域32c、32dは、例えば、その一方がロータ2の回転中心と磁極23aの中央位置とを通る直線上にあるとき、他方がその隣の磁極23bの中央位置とロータ2の回転中心とを通る直線上に位置するように設置されている。そして、傾斜面63、63は、検知領域32c、32dがロータ2からの磁束を同時に垂直に受けるように形成されている。

50



(7)

11

【0060】この磁気検出素子32の製造方法としては、例えば、シリコンウェハの表面にエッチング又は機械的加工により傾斜面63、63を形成し、その後、各傾斜面63、63の所定位置に検知領域32c、32dを成膜して行われる。

【0061】また、回転検出装置1bにおいて、ロータ2などその他の構成部品については、第一実施形態に係る回転検出装置1と同様なものが用いられる。

【0062】このような回転検出装置1bによれば、第一実施形態に係る回転検出装置1と同様な作用効果に加え、ヨーク39などを用いなくても、検知領域32c、32dに対して同時に垂直な磁界を与えることができ、出力の向上が図れる。

【0063】図14に本実施形態に係る回転検出装置1cを示す。図14に示すように、回転検出装置1cは、フレキシブル配線基板64上に設置された二つの磁気検出素子65、65を備えたものである。フレキシブル配線基板64は、ホルダ66の傾斜面67、67の表面上に設置されている。ホルダ66の傾斜面67、67は、ロータ2の外周の接線方向に対して非平行とし一定の傾斜角度をもった面であり、例えば、ホルダ66の底面をV字状に突出させて形成される。磁気検出素子65、65は、それぞれ異なる向きの傾斜面67、67上の位置に配置されている。

【0064】磁気検出素子65は、例えば、図15に示すように、検知領域65aを一つだけ備えたGMR素子が用いられる。この検知領域65aは前述した検知領域32cなどと同様な構造を有するものである。なお、磁気検出素子65としては、その他強磁性体を用いたMR素子、半導体を用いたMR素子、スピバルブを用いたGMR素子などを用いてもよい。

【0065】また、回転検出装置1cにおいて、ロータ2などその他の構成部品については、第一実施形態に係る回転検出装置1と同様なものが用いられる。

【0066】このような回転検出装置1cによれば、第一実施形態に係る回転検出装置1と同様な作用効果に加え、ヨーク39などを用いなくても、磁気検出素子65、65に対して同時に垂直な磁界を与えることができ、出力の向上が図れる。

【0067】（第四実施形態）次に、第四実施形態に係る回転検出装置について説明する。

【0068】図16に本実施形態に係る回転検出装置1dを示す。図16に示すように、本実施形態に係る回転検出装置1dは、二つの磁気検出素子65を備えており、各磁気検出素子65がその水平方向（検知領域65aの人工格子膜の積層方向と平行な方向）をロータ2の径方向に向けて配置されるものである。

【0069】このような回転検出装置1dであっても、磁気検出素子65、65に対して同時に垂直な磁界を与えることができるため、第一実施形態から第三実施形態

12

までに係る回転検出装置と同様な作用効果が得られる。

【0070】（第五実施形態）次に、第五実施形態に係る回転検出装置について説明する。

【0071】図17に本実施形態に係る回転検出装置1eを示す。図17に示すように、本実施形態に係る回転検出装置1eは、ロータ2の側面部分にセンサ3の磁気検出素子32を配置して構成したものである。ロータ2は、金属リング21の鏝部21bの少なくとも側部にマグネットリング22を付着させた構造となっている。センサ3は、磁気検出素子32を先端部31の側部に配置して構成されている。

【0072】図18に示すように、センサ3の磁気検出素子32は、磁極23a、23bが配列されるロータ2の側面に向けられている。磁気検出素子32の検知領域32cと検知領域32dとの離間距離は、例えば、ロータ2の磁極23a又は磁極23bの中央位置からそれと隣り合う磁極23b又は磁極23aの中央位置までの距離とされる。

【0073】このような回転検出装置1eであっても、検知領域32c、32dに対して同時に垂直な磁界を与えることができるため、第一実施形態に係る回転検出装置と同様な作用効果が得られる。

【0074】（第六実施形態）次に、第六実施形態に係る回転検出装置について説明する。

【0075】図19に本実施形態に係る回転検出装置1fを示す。図19に示すように、本実施形態に係る回転検出装置1fは、多数の歯24を有するロータ2fと、マグネット71を内蔵したセンサ3を備えたものである。ロータ2fは、磁性体によりなり、外周に突出する多数の歯24を有している。歯24は、ロータ2fの周方向に沿って所定の間隔で配設されている。このロータ2fは、回転体であるハブシャフト11の外周にはめ込まれており、ハブシャフト11と共に回転する。

【0076】センサ3fは、先端部31に検知領域32c、32dを有する磁気検出素子32を内蔵している。磁気検出素子32は、検知領域32c、32dをロータ2f側に向けて配置されている。また、センサ3fには、マグネット71が内蔵されている。マグネット71は、磁気検出素子32の背部に設置され、ロータ2fへS極又はN極の磁極を向けて配設されている。このため、マグネット71とロータ2fの歯24との間に磁界が形成され、ハブシャフト11及びロータ2fの回転に伴う歯24の移動により、磁気検出素子32の検知領域32c、32dに加わる磁界の垂直成分の強さが周期的に変化する。

【0077】また、磁気検出素子32における検知領域32c及び検知領域32dは、ロータ2fによる磁界の周期的変化の際に同時に最大出力となるように配置されている。例えば、第一実施形態に係る回転検出装置1と同様に、マグネット71とロータ2fの歯24との間に

(8)

13

形成される磁界が検知領域32c、32dに対し同時に垂直に加わるように配置されている。なお、回転検出装置1fにおいて、ロータ2f、センサ3f以外のその他の構成部品については、第一実施形態に係る回転検出装置1と同様なものが用いられる。

このような回転検出装置1fであっても、検知領域32c、32dに対して同時に垂直な磁界を与えることができるため、第一実施形態に係る回転検出装置と同様な作用効果が得られる。また、図20に示すように、回転検出装置1fにおいて、センサ3fの磁気検出素子32とマグネット71との間に磁性体よりなるヨーク39を配置してもよい。この場合、磁気検出素子32に対して磁界が垂直方向に向くため、更に、磁気検出素子32の出力向上が図れる。

【0078】（第七実施形態）次に、第七実施形態に係る回転検出装置について説明する。

【0079】図21に本実施形態に係る回転検出装置1gを示す。図21に示すように、回転検出装置1gは、第一実施形態に係る回転検出装置1とほぼ同様な部品に構成されるものであり、センサ3に内蔵される磁気検出素子32の検知領域32c、32dの離間距離が磁極23a又は磁極23bの中央位置から端部位置までの距離とほぼ同じ距離とされる点で異なるものである。

【0080】回転検出装置1gの検知領域32c、32dは、例えば、図21に示すように磁界が検知領域32cに垂直に加わるときに検知領域32dに水平に加わるように配置されている。具体的には、検知領域32cと検知領域32dとの離間距離は、ロータ2の外周における磁極23a又は磁極23bの中央位置からその端部位置までの直線距離よりも長く設定されている。そして、その離間距離は、ロータ2の回転中心と磁極23a又は磁極23bの中央位置を通る直線が磁気検出素子32の表面と交差する位置から、ロータ2の回転中心と磁極23a又は磁極23bの端部位置を通る直線が磁気検出素子32の表面と交差する位置までの距離より、短く設定されている。

【0081】検知領域32cと検知領域32dとの離間距離をこのように設定することにより、曲面である磁極23a、23bの表面から発せられる磁束を平板状の磁気検出素子32の表面に設けられる各検知領域32c、32dの一方で垂直に受けると同時にその他方で水平に受けることが可能となる。

【0082】図22に回転検出装置1gの電氣的接続の一例を示す。図22に示すように、磁気検出素子32の検知領域32c、32dは、電源とアースの間に直列に接続されており、検知領域32cと検知領域32dとの接続部分がワイヤハーネス43と接続されている。このため、電源電圧を検知領域32c、32dにより抵抗分割した電圧値がセンサ3の出力信号となる。センサ3は、ワイヤハーネス42、43によりECU5と接続さ

14

れている。ワイヤハーネス42によりECU5からIC41へ電源電圧が供給され、ワイヤハーネス43によりセンサ3の出力信号がECU5へ伝送される。なお、ECU5は、第一実施形態にて説明したものと同様なものが用いられる。

【0083】次に回転検出装置1gの動作について説明する。

【0084】図22に示すように、回転体であるハブシャフト11が回転すると、それに伴いロータ2も回転する。このため、ロータ2のマグネットリング22の磁極23a、23bがセンサ3の前を交互に通過する。その際、図21に示すように、磁気検出素子32の検知領域32cの前に磁極23aの中央付近が位置しているときには、検知領域32cに対し水平成分のごく少ない磁界が加わるため、検知領域32cの抵抗値は大きいものとなる。一方、検知領域32dの前には磁極23aと磁極23bの境界部分が位置しており、検知領域32dに対し水平成分の大きい磁界が加わるため、検知領域32dの抵抗値は小さいものとなる。従って、センサ3の出力信号は電圧値の小さいものとなる。

【0085】そして、ハブシャフト11の回転により磁極23a、23bが移動して、検知領域32cの前に磁極23aと磁極23bの境界部分が位置しているときには、検知領域32cに対し水平成分の大きい磁界が加わるため、検知領域32cの抵抗値は小さくなる。一方、検知領域32dの前には磁極23a又は磁極23bの中央付近が位置しており、検知領域32dに対し水平成分のごく小さい磁界が加わるため、検知領域32dの抵抗値は小さいものとなる。従って、センサ3の出力信号は電圧値の大きいものとなる。

【0086】このようにして、ハブシャフト11の回転に応じて、センサ3から周期的に変化する信号が出力される。これにより、ECU5を通じてハブシャフト11の回転状態の検出が行える。

【0087】ところで、磁気検出素子32としては磁界変化に対して抵抗変化の大きいGMR素子を用いることが望ましい。しかし、GMR素子は、使用環境の温度変化により出力が変化するものであり、例えば、図23に示すように、高温時には抵抗値が全体的に大きくなる傾向があり、低温時には抵抗値が全体的に小さくなる傾向がある。そこで、回転検出装置1gでは、前述したように、磁気検出素子32の検知領域32c、32dを直列に接続し、それらの接続部分で出力をとっている。

【0088】このため、温度変化により検知領域32c、32dの抵抗値が変動しても、それら検知領域32c、32dの抵抗の比が大きく変動することはない。従って、温度変化による出力の変動を低減することができ、温度変化のある環境下にて安定した回転検出が行える。

【0089】また、この回転検出装置1gでは、温度変

(9)

15

化によるセンサ3の出力変動を抑えるためにACカップリング用のコンデンサなどを設ける必要がない。従って、部品点数の低減も図ることができる。

【0090】以上のように、本実施形態に係る回転検出装置1gによれば、前述した第一実施形態に係る回転検出装置1と同様な作用効果に加えて、温度変化のある環境下にて安定した回転検出が行えるという効果が得られる。

【0091】なお、本実施形態においては、ロータ2にマグネットリング22を備えるものについて説明したが、第六実施形態のように磁性体よりなる歯車状のロータ2fを備えるものに適用した場合でも同様な作用効果が得られる。

【0092】(第八実施形態)次に、第八実施形態に係る回転検出装置について説明する。

【0093】図24に本実施形態に係る回転検出装置1hに用いられる磁気検出素子72の概略図を示す。磁気検出素子72は、その磁界の変化に対応して検出信号を出力する磁気検出手段であり、例えば、人工格子膜を備えた磁気抵抗素子(GMR素子)が用いられる。図24に示すように、磁気検出素子72は、矩形の平板状を呈し、その表面側に電極72a、72a、電極72b、72b、電極72c、72c及び電極72d、72dを有している。電極72a、72a間には検知領域72eが形成され、電極72b、72b間には検知領域72fが形成され、電極72c、72c間には検知領域72gが形成され、そして、電極72d、72d間には検知領域72hが形成されている。検知領域72e、72f、72g、72hは相互に平行して形成されており、検知領域72eと検知領域72fは接近した状態で形成され、検知領域72gと検知領域72hは接近した状態で形成されている。

【0094】回転検出装置1hの検知領域72e、72gは、例えば、図25に示すように磁界が検知領域72eに垂直に加わる時に検知領域72gに水平に加わるように配置されている。具体的には、検知領域72eと検知領域72gとの離間距離は、ロータ2の外周における磁極23a又は磁極23bの中央位置からその端部位置までの直線距離よりも長く設定されている。そして、その離間距離は、ロータ2の回転中心と磁極23a又は磁極23bの中央位置を通る直線が磁気検出素子72の表面と交差する位置から、ロータ2の回転中心と磁極23a又は磁極23bの端部位置を通る直線が磁気検出素子72の表面と交差する位置までの距離より、短く設定されている。

【0095】このように、検知領域72eと検知領域72gとの離間距離を設定することにより、曲面である磁極23a、23bの表面から発せられる磁束を平板状の磁気検出素子72の表面に設けられる各検知領域72e、72gの一方で垂直に受けると同時にその他方で水

16

平に受けることが可能となる。

【0096】また、回転検出装置1hの検知領域72f、72hも、前述の検知領域e、72gと同様にして配置されている。このため、曲面である磁極23a、23bの表面から発せられる磁束を平板状の磁気検出素子72の表面に設けられる各検知領域72f、72hの一方で垂直に受けると同時にその他方で水平に受けることが可能となる。

【0097】図26に検知領域72e~72hの配線の一例を示す。図26に示すように、磁気検出素子72の検知領域72e、72gは、電源とアースの間に直列に接続されており、検知領域72eと検知領域72gとの接続部が差動増幅器73の反転入力端子に入力されている。また、検知領域72f、72hは、電源とアースの間に直列に接続されており、検知領域72fと検知領域72hとの接続部が差動増幅器73の非反転入力端子に入力されている。また、差動増幅器73の出力端子はワイヤハーネス43と接続され、そのワイヤハーネス43を通じてセンサ3の出力信号がECU5へ伝送される。なお、ECU5は、第一実施形態にて説明したものと同様なものが用いられる。

【0098】次に回転検出装置1hの動作について説明する。

【0099】図25に示すように、回転体であるハブシャフト11が回転すると、それに伴いロータ2も回転する。このため、ロータ2のマグネットリング22の磁極23a、23bがセンサ3の前を交互に通過する。

【0100】その際、磁気検出素子72の検知領域72e、72fの前に磁極23aの中央付近が位置しているときには、検知領域72e、72fに対し水平成分のごく少ない磁界が加わるため、検知領域72e、72fの抵抗値は大きいものとなる。一方、検知領域72g、72hの前には磁極23aと磁極23bの境界部分が位置しており、検知領域72g、72hに対し水平成分の大きい磁界が加わるため、検知領域72g、72hの抵抗値は小さいものとなる。

【0101】このため、図26に示すように、検知領域72eと検知領域72gとの接続部の電位は低くなる。一方、検知領域72hと検知領域72fとの接続部の電位は高くなる。従って、差動増幅器73から高電位の信号が出力される。

【0102】そして、ハブシャフト11の回転により磁極23a、23bが移動して、検知領域72e、72fの前に磁極23aと磁極23bの境界部分が位置しているときには、検知領域72e、72fに対し水平成分の大きい磁界が加わるため、検知領域72e、72fの抵抗値は小さくなる。一方、検知領域72g、72hの前には磁極23a又は磁極23bの中央付近が位置しており、検知領域72g、72hに対し水平成分のごく小さい磁界が加わるため、検知領域72g、72hの抵抗値

(10)

17

は小さいものとなる。

【0103】このため、図26に示すように、検知領域72eと検知領域72gとの接続部の電位は高くなる。一方、検知領域72hと検知領域72fとの接続部の電位は低くなる。従って、差動増幅器73から低電位の信号が出力される。

【0104】このようにして、ハブシャフト11の回転に伴い差動増幅器73から周期的に変化する信号が出力される。これにより、ECU5を通じてハブシャフト11の回転状態の検出が行える。

【0105】以上のように、本実施形態に係る回転検出装置1hによれば、前述した第七実施形態に係る回転検出装置1gと同様にして、温度変化のある環境下にて安定した回転検出が行えるという効果が得られる。

【0106】なお、本実施形態においては、ロータ2にマグネットリング22を備えるものについて説明したが、第六実施形態のように磁性体よりなる歯車状のロータ2fを備えるものに適用した場合でも同様な作用効果が得られる。

【0107】（第九実施形態）次に第九実施形態に係る回転検出装置について説明する。

【0108】第七実施形態及び第八実施形態に係る回転検出装置にあっては、検知領域の間の離間距離を磁極23a又は磁極23bの中央位置から端部位置までの距離、即ち磁極23a又は磁極23bの周方向の幅入の半分の距離とほぼ同じ距離としたものであったが、本実施形態に係る回転検出装置は、検知領域の間の離間距離を幅入の4分の1又は4分の3の距離とほぼ同じ距離としたものである。

【0109】この本実施形態に係る回転検出装置によれば、ロータの回転に伴い二つの検知領域の抵抗値が周期的に変化するが、それら検知領域の抵抗変化の位相が90度又は270度ずれるため、各検知領域の抵抗変化の状態を比較することにより、回転体であるハブシャフト11の回転方向を検出することができる。

【0110】（第十実施形態）次に第十実施形態に係る回転検出装置について説明する。

【0111】本実施形態に係る回転検出装置は、磁気検出素子32として予め飽和磁界を与えたものが用いられるものである。例えば、本実施形態に係る回転検出装置としては、図19に示す第六実施形態に係る回転検出装置1fとほぼ同様に構成されるものであって、磁気検出素子32として予め飽和磁界を与えたものが用いられる。

【0112】図27に本実施形態に係る回転検出装置の磁気検出素子（GMR素子）における抵抗値特性を示す。図27において、横軸は磁束密度、縦軸は検知領域の抵抗値である。飽和磁界を与えていない磁気検出素子32に対して水平方向の磁界を徐々に加えると、磁界が強まるに連れて磁気検出素子32の検知領域（検知領域

18

32c又は32d）の抵抗値は小さくなる（図27中のS1→S2）。更に磁界を強めると、検知領域の抵抗値がほとんど変化しなくなり飽和する（S3）。この状態から徐々に磁界を弱めると、検知領域の抵抗値は大きくなる（S3→S4→S5）。このとき、磁界の強さに対する抵抗値は、磁界ゼロから強めたときの抵抗値（S1→S2→S3）より小さくなる。

【0113】そして、逆方向の磁界を加えて徐々に強めると、抵抗値は増加してピークとなり（S6）、次第に減少していく（S7）。更に逆方向の磁界を強めると、検知領域の抵抗値がほとんど変化しなくなり飽和する（S8）。この状態から徐々に磁界を弱めると、検知領域の抵抗値は徐々に大きくなる（S8→S9→S10）。このとき、磁界の強さに対する抵抗値は、磁界ゼロから強めたときの抵抗値（S6→S7→S8）より小さくなる。

【0114】このように、磁気検出素子32の飽和磁界を与えると、磁界に対する抵抗値の変化特性が変化することが分かる。

【0115】ここで、磁界ゼロ付近の磁界範囲（ $\Delta B$ ）における抵抗値変化を見ると、飽和磁界を与える前の抵抗値変化は $\Delta R1$ であり、飽和磁界を与えた後の抵抗値変化は $\Delta R2$ であって、飽和磁界を与える前の抵抗値変化 $\Delta R1$ に対し飽和磁界を与えた後の抵抗値変化 $\Delta R2$ が大きくなっている。このため、予め飽和磁界を磁気検出素子32に与え、ゼロ磁界の付近で磁界を変化させることにより、飽和磁界を与える前に比べて大きな出力が得られることになる。

【0116】磁気検出素子32に飽和磁界を与える方法としては、センサ3の組立後、ロータ2の近傍に取り付ける前に、センサ3の特性測定時に行うことが望ましい。例えば、センサ3の組立後において、センサ3は、治具に装着されその出力の特性が測定される。その際、センサ3と治具に設置されるロータとのギャップを小さくして、センサ3の磁気検出素子32に強い磁界、即ち飽和磁界が加わるようにする。この飽和磁界の印加により、センサ3における出力増大が図れる。

【0117】このように、センサ3の特性測定時に磁気検出素子32に飽和磁界を与えることにより、飽和磁界を与える工程を別途設ける必要がなく、回転検出装置の製造の効率化が図れる。なお、本実施形態に係る回転検出装置の製造において、飽和磁界を与える工程をセンサ3の特性測定とは別に行う場合もある。

【0118】以上のように、本実施形態に係る回転検出装置によれば、磁気検出素子に予め飽和磁界を与えておくことにより、磁気検出素子における磁界抵抗特性が変化し磁界変化に対して抵抗変化の増大が図れる。従って、回転検出装置としての出力の増大化が図れる。

【0119】また、磁気検出素子に予め飽和磁界を与えておくことにより、磁気検出素子における磁界抵抗特性

(11)

19

を統一化することができる。従って、回転検出装置としての出力のバラツキを抑制して出力の安定化が図れる。

【0120】なお、本実施形態においては、磁性体よりなる歯車状のロータを備えるものについて説明したが、第一実施形態などのようにロータ2にマグネットリング22を備えるものに適用してよく、その場合であっても同様な作用効果が得られる。また、磁気検出素子として、複数の検知領域を有するものに限られず、図15に示すような検知領域を一つだけ備えるものを用いてもよい。

【0121】（第十一実施形態）次に第十一実施形態に係る回転検出装置について説明する。

【0122】図28に本実施形態に係る回転検出装置1iを示す。図28に示すように、本実施形態に係る回転検出装置1iは、磁性体よりなる歯車状のロータ2iと、マグネット71を内蔵したセンサ3iとを備えて構成されている。ロータ2iとしては、第六実施形態に係る回転検出装置のロータ2fと同様なものが用いられる。センサ3iは、ロータ2iへ向けて着磁されたマグネット71を内蔵したものが用いられる。マグネット71は、センサ3内に組み付けられた後に、センサ3の外部から強い磁界を加えることにより着磁されたものである。また、センサ3の内部には、磁気検出素子65が設置されている。磁気検出素子65は、マグネット71の着磁方向に対し斜めに向けられている。すなわち、磁気検出素子65は、検知領域65aの水平方向（人工格子膜の積層方向と平行する方向）がマグネット71の着磁方向と平行となるように向けられている。また、磁気検出素子65は、マグネット71とロータ2との間の位置からズレた位置に配置されている。

【0123】回転検出装置1iのセンサ3iの製造において、センサ3iの内部にまだ磁化されていないマグネット71及び磁気検出素子65を配置した後、センサ3iの外部から強い磁界を加えることによりマグネット71の磁化が行われる。このとき、磁気検出素子65がマグネット71の着磁方向に対し斜めに向けられているため、検知領域65aに対し垂直に加わる磁界成分が低減され、磁気検出素子65の出力特性の低下が抑制される。

【0124】図29に示すように、磁気検出素子65の磁界変化に対する抵抗値の特性において、磁気検出素子65の垂直方向の磁界が加わると、水平方向の磁界変化に対する抵抗値変化が低下する（図29中のS20→S30）。このため、磁気検出素子65には、できるだけ垂直な磁界が加わらないようにすることが望ましい。そこで、磁気検出素子65をマグネット71の着磁方向に対し斜めに向けおくことにより、検知領域65aに対し垂直に加わる磁界成分を低減できる。

【0125】このため、磁気検出素子65の出力特性の

20

低下の抑制が可能となる。従って、回転検出の出力の増大化が図れる。

【0126】図30に本実施形態に係る他の回転検出装置1jを示す。図30に示すように、回転検出装置1jは、磁性体よりなる歯車状のロータ2jと、マグネット71を内蔵したセンサ3jとを備えて構成されている。ロータ2jとしては、第六実施形態に係る回転検出装置のロータ2fと同様なものが用いられる。センサ3jは、ロータ2jへ向けて着磁されたマグネット71を内蔵したものが用いられる。マグネット71は、センサ3内に組み付けられた後に、センサ3の外部から強い磁界を加えることにより着磁されたものである。また、センサ3の内部には磁気検出素子65が設置され、この磁気検出素子65はマグネット71の着磁方向と平行に向けられている。すなわち、磁気検出素子65は、検知領域65aの水平方向（人工格子膜の積層方向と平行する方向）がマグネット71の着磁方向と平行となるように向けられている。また、磁気検出素子65は、マグネット71とロータ2との間の位置からズレた位置に配置されている。

【0127】このような回転検出装置1jであっても、前述の回転検出装置1iと同様又はそれ以上の作用効果が得られる。すなわち、磁気検出素子65をマグネット71の着磁方向に対して平行に向けおくことにより、マグネット71の着磁の際に検知領域65aに対し垂直に加わる磁界成分を激減させることができる。このため、磁気検出素子65の出力特性の低下を防止できる。従って、回転検出の出力の増大化が図れる。

【0128】（第十二実施形態）次に第十二実施形態に係る回転検出装置について説明する。

【0129】第十一実施形態に係る回転検出装置にあっては、マグネット71をセンサに内蔵した後に着磁するものであったが、マグネット71を内蔵する前に着磁するものであってもよい。例えば、マグネット71をホルダに取り付けて着磁し、その後、ホルダに磁気検出素子65を取り付ける。そして、そのホルダごとにセンサに内蔵する。この場合、磁気検出素子65には、垂直な磁界が加わらず、かつ、マグネット71に塵などが付着することも回避できる。

【0130】また、ホルダとしては、樹脂製の三次元配線基板（MID基板）を用いるのが望ましい。この場合、磁気検出素子65を所望の位置、例えば先端面などに容易に実装することが可能となる。

【0131】このように、本実施形態に係る回転検出装置によっても、出力の増大化が可能である。

【0132】（第十三実施形態）第一実施形態から第十二実施形態までの回転検出装置にあっては、一つ又は二つの検知領域を有する磁気検出素子を有するものであったが、本発明に係る回転装置はそのようなものに限られるものではなく、三つ以上の検知領域を有する磁気検出

(12)

21

素子を有するものであってもよい。

【0133】（第十四実施形態）第一実施形態から第十三実施形態までの回転検出装置にあっては、自動車の車輪の回転検出に適用したものであったが、本発明に係る回転装置はそのようなものに限られるものではなく、その他の回転体の回転検出に用いてもよい。

【0134】

【発明の効果】以上説明したように本発明によれば、次のような効果が得られる。

【0135】すなわち、磁気検出手段の磁気検知部のうち少なくとも二つが磁界の周期的変化の際に同時に最大出力となるため、それらの出力を組み合わせることで、出力の向上を図ることができる。

【0136】また、磁界形成手段に取付用の金属部と磁界発生用の磁界発生部を備えることにより、磁界形成手段の取付時に磁界発生部に加わる応力の低減が図れ、磁界発生部の破損などを防止することができる。

【0137】更に、磁気検出手段の磁気検知部に予め飽和磁界を与えておくことにより、磁気検知部における出力特性を変化させて、出力の増大化を図ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】回転検出装置の説明図である。

【図2】回転検出装置のロータの説明図である。

【図3】回転検出装置のロータの説明図である。

【図4】回転検出装置のロータの説明図である。

【図5】回転検出装置のロータの説明図である。

【図6】回転検出装置のセンサの説明図である。

【図7】磁気検出素子の説明図である。

【図8】磁気検出素子の出力特性の説明図である。

【図9】磁気検出素子の検知領域の説明図である。

【図10】磁気検出素子の検知領域の説明図である。

【図11】回転検出装置の使用方法的説明図である。

【図12】第二実施形態に係る回転検出装置の説明図である。

【図13】第三実施形態に係る回転検出装置の説明図である。

【図14】第三実施形態に係る回転検出装置の説明図で

22

ある。

【図15】第三実施形態に係る回転検出装置の説明図である。

【図16】第四実施形態に係る回転検出装置の説明図である。

【図17】第五実施形態に係る回転検出装置の説明図である。

【図18】第五実施形態に係る回転検出装置の説明図である。

【図19】第六実施形態に係る回転検出装置の説明図である。

【図20】第六実施形態に係る回転検出装置の説明図である。

【図21】第七実施形態に係る回転検出装置の説明図である。

【図22】第七実施形態に係る回転検出装置の使用方法的説明図である。

【図23】第七実施形態に係る回転検出装置の説明図である。

【図24】第八実施形態に係る回転検出装置の説明図である。

【図25】第八実施形態に係る回転検出装置の説明図である。

【図26】第八実施形態に係る回転検出装置の説明図である。

【図27】第十実施形態に係る回転検出装置の説明図である。

【図28】第十一実施形態に係る回転検出装置の説明図である。

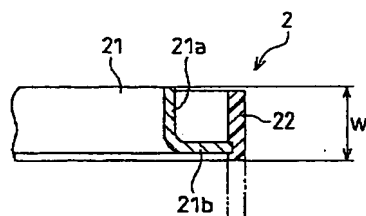
【図29】第十一実施形態に係る回転検出装置の説明図である。

【図30】第十一実施形態に係る回転検出装置の説明図である。

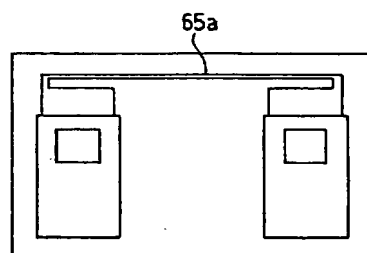
【符号の説明】

1…回転検出装置、2…ロータ（磁界形成手段）、3…センサ、32…磁気検出素子（磁気検出手段）、32c・32d…検知領域（磁気検知部）。

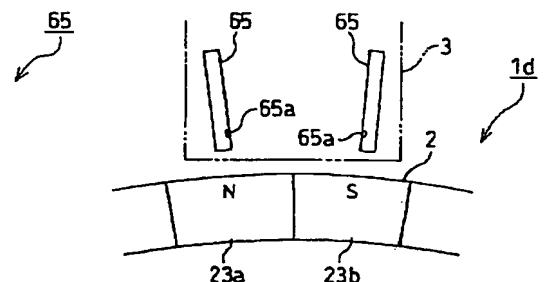
【図3】



【図15】

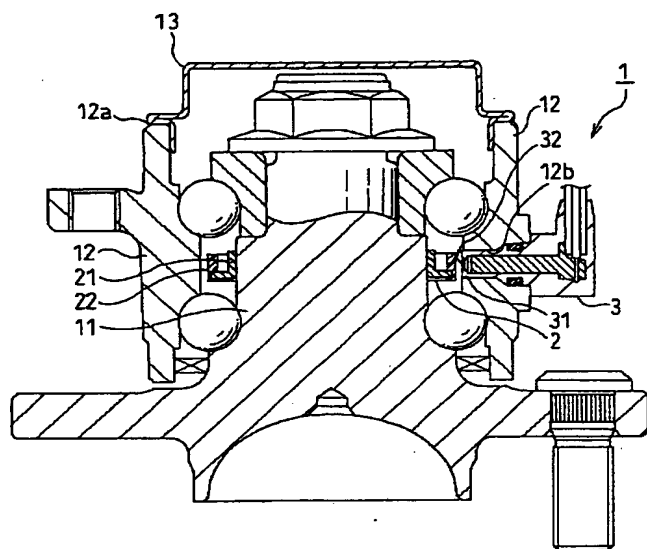


【図16】

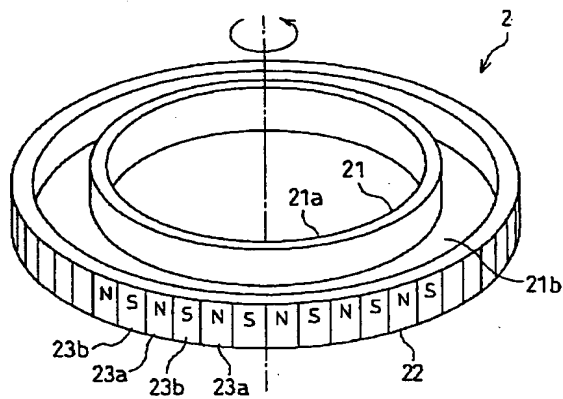


(13)

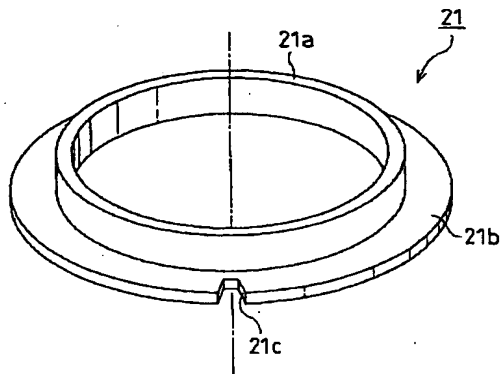
【図1】



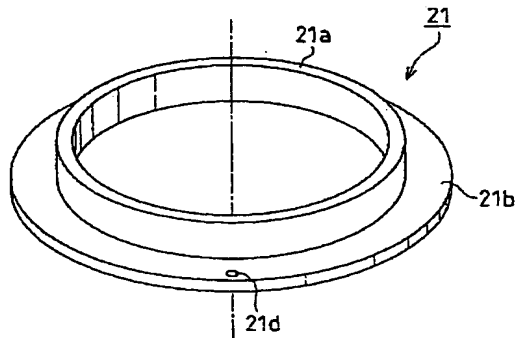
【図2】



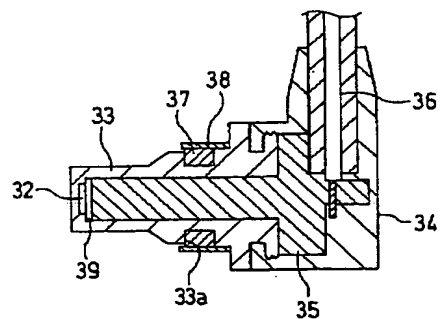
【図4】



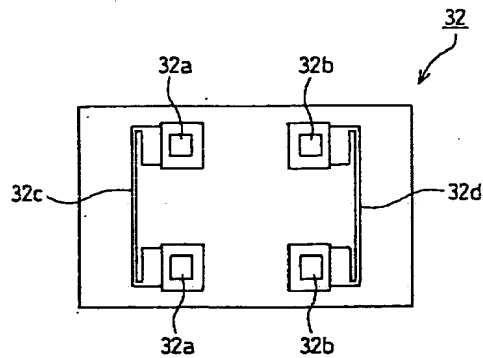
【図5】



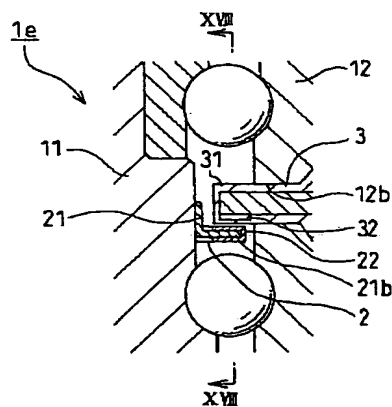
【図6】



【図7】

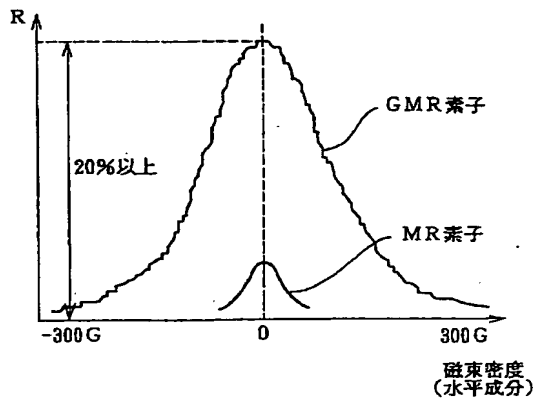


【図17】

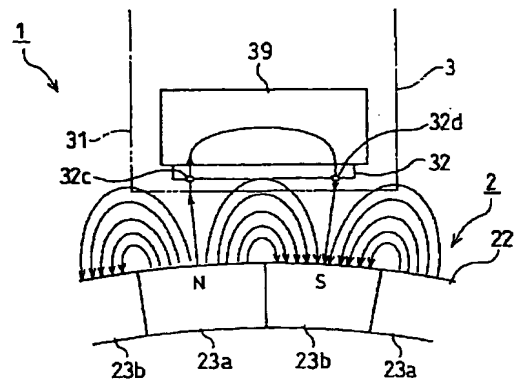


(14)

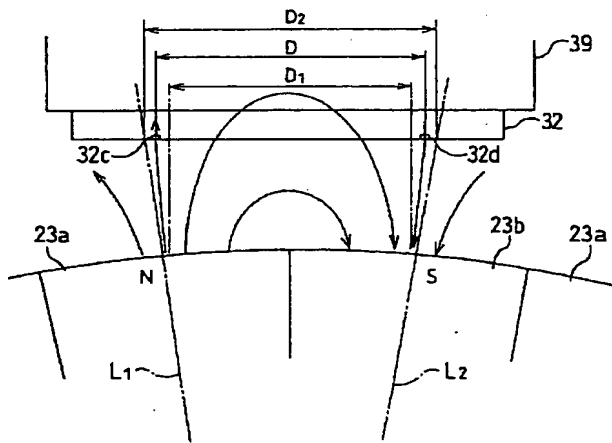
【図 8】



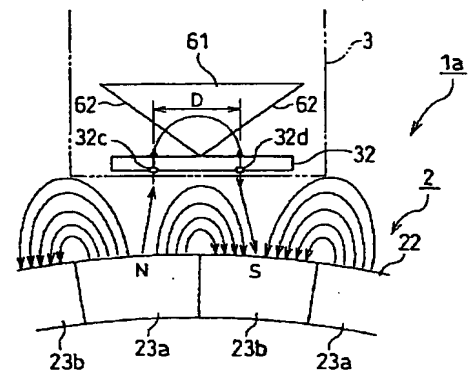
【図 9】



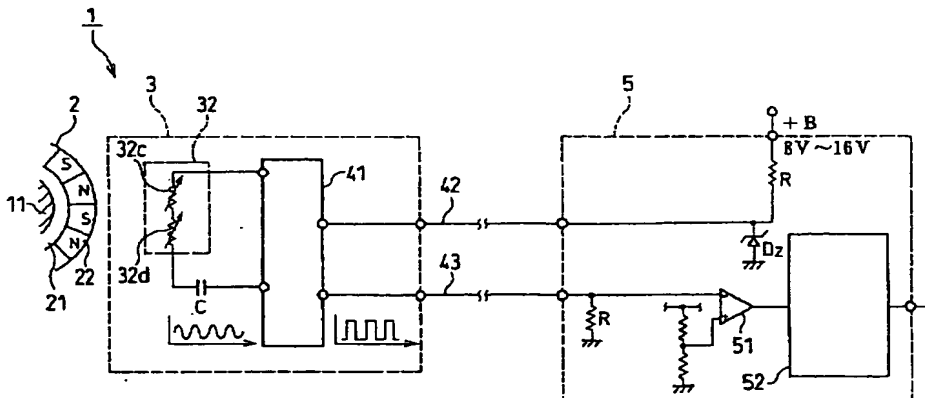
【図 10】



【図 12】



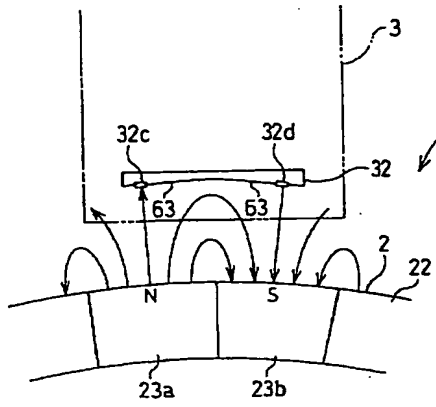
【図 11】



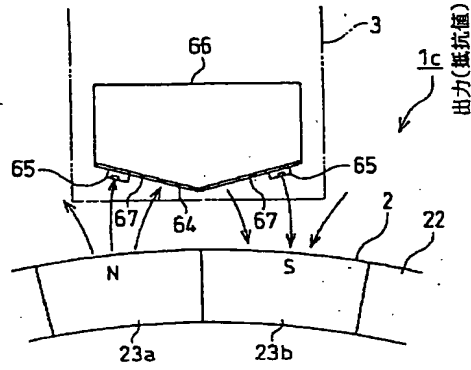


(15)

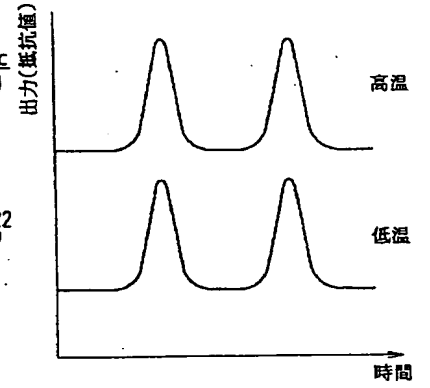
【図13】



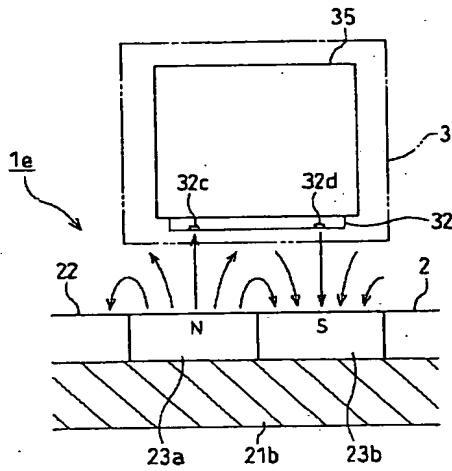
【図14】



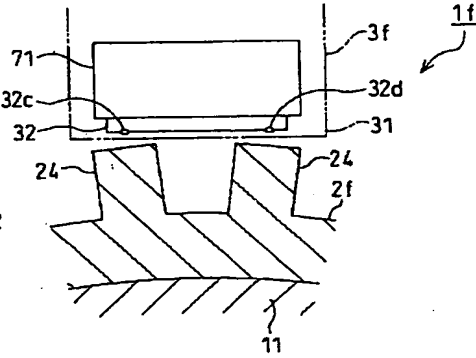
【図23】



【図18】

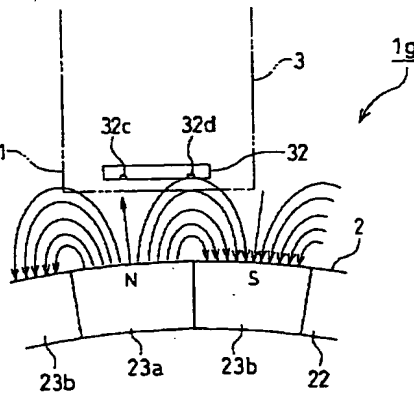
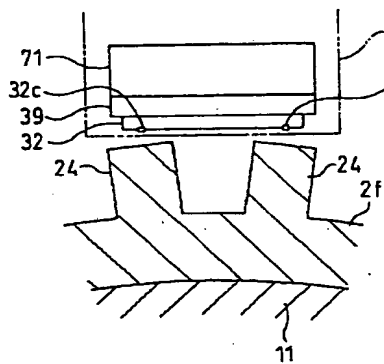


【図19】



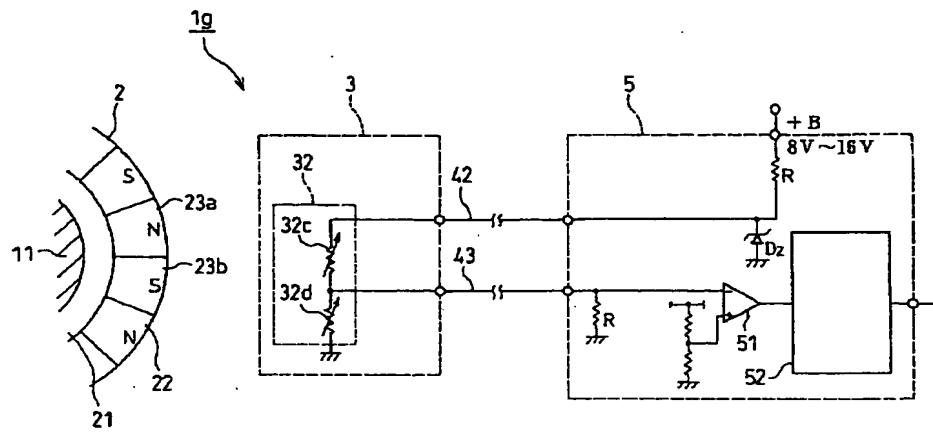
【図21】

【図20】

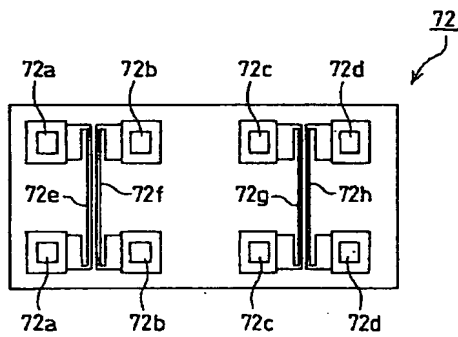


(16)

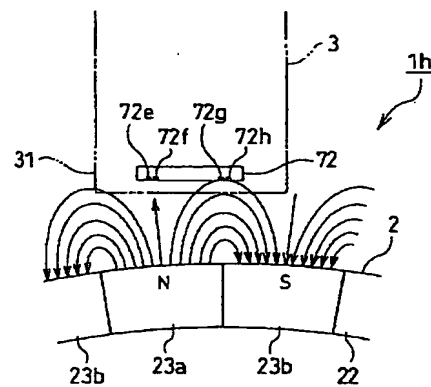
【図22】



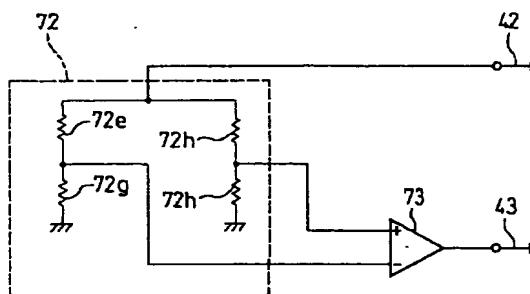
【図24】



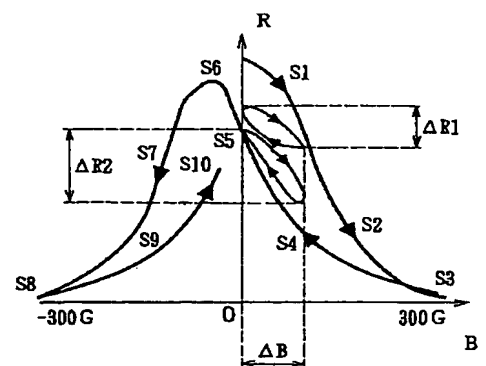
【図25】



【図26】

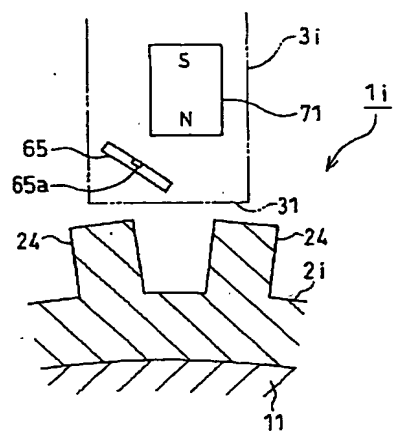


【図27】

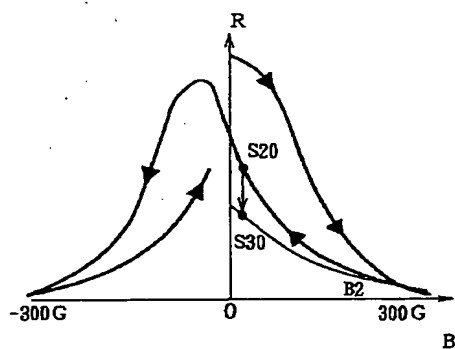


(17)

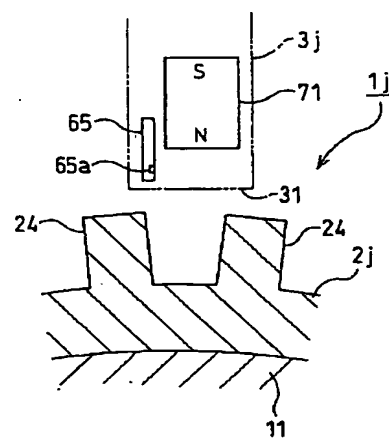
【図28】



【図29】



【図30】



**THIS PAGE BLANK (USPTO)**